



(10) **DE 10 2005 053 765 B4** 2016.04.14

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 053 765.0**  
(22) Anmeldetag: **10.11.2005**  
(43) Offenlegungstag: **16.05.2007**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **14.04.2016**

(51) Int Cl.: **B81B 7/02 (2006.01)**  
**B81C 1/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:  
**10 2005 063 640.3**

(73) Patentinhaber:  
**EPCOS AG, 81669 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,  
DE**

(72) Erfinder:  
**Stelzl, Alois, Dr., 81549 München, DE; Leidl,  
Anton, Dr., 85662 Hohenbrunn, DE; Seitz, Stefan,  
Dr., 86949 Windach, DE; Krüger, Hans, 81737  
München, DE; Pahl, Wolfgang, 80336 München,  
DE**

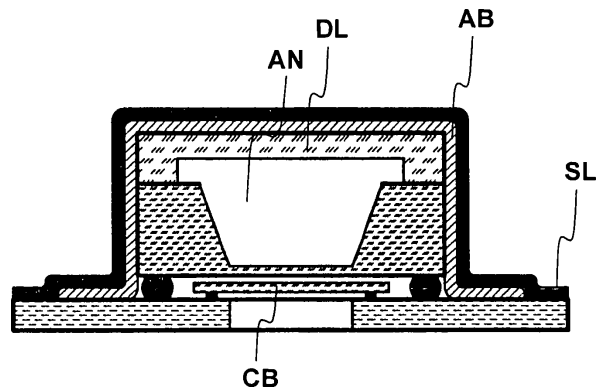
(56) Ermittelte Stand der Technik:

US	6 178 249	B1
US	6 870 939	B2
US	2005 / 0 185 812	A1
WO	2004/ 051 745	A2
WO	2005/ 102 910	A1

(54) Bezeichnung: **MEMS-Package und Verfahren zur Herstellung**

(57) Hauptanspruch: MEMS-Package, mit

- einem Trägersubstrat (TS),
- einem auf dessen Oberseite montierten MEMS-Chip (MC),
- zumindest einem auf oder über der Oberseite des Trägersubstrats angeordneten oder in das Trägersubstrat eingebetteten Chip-Bauelement (CB),
- einer dünnen metallischen Schirmungsschicht (SL), die den MEMS-Chip und das Chip-Bauelement überdeckt und mit der Oberseite des Trägersubstrats abschließt, wobei
- MEMS-Chip und Chip-Bauelement elektrisch untereinander oder mit Außenkontakten auf einer Oberfläche des Trägersubstrats verbunden sind,
- zwischen Schirmungsschicht (SL) und MEMS-Chip (MC) eine Abdeckung (AB, DL) angeordnet ist,
- die Abdeckung (AB, DL) auf dem MEMS-Chip (MC) aufliegt, deckelförmig ausgebildet ist und
- die Abdeckung (AB, DL) eine zum MEMS-Chip (MC) weisende Ausnehmung aufweist und damit über dem MEMS-Chip einen Hohlraum (HR) einschließt.



## Beschreibung

**[0001]** Von mobilen Kommunikationsgeräten geht ein enormer Miniaturisierungsdruck auf deren elektronische Komponenten aus. In besonderer Weise gilt dies für MEMS Bauelemente (Mikro elektro-mechanische Systeme) wie z. B. für Mikrofone, die eine relativ hohe Bauform aufweisen und damit Einschränkungen für das Gerätedesign insbesondere von mobilen Kommunikationsgeräten bedeuten.

**[0002]** Aus der veröffentlichten amerikanischen Patentanmeldung US 2005/0185812 A1 ist ein Mikrofongehäuse bekannt, bei dem ein als MEMS-Bauelement ausgebildetes Mikrofon zusammen mit einem Halbleiterchip auf einer Basisplatte angeordnet und bei dem das MEMS Package eine gemeinsame Kappe umfasst, mit der das MEMS Bauelement gegen die Basisplatte abgedeckt ist. Die Basisplatte kann auf ihrer der Kappe entgegen gesetzten Unterseite eine Schalleintrittsöffnung aufweisen, sodass das gesamte Bauelement auf der Leiterplattenrückseite aufgelötet werden kann, die der Schallquelle abgewandt ist. Dazu muss eine entsprechende Bohrung in der Leiterplatte vorgesehen sein. In einer weiteren Ausführung kann die Schalleintrittsöffnung in herkömmlicher Weise auf der Oberseite in der Kappe vorgesehen sein, sodass das Bauelement mit der Basisplatte auf die der Schallquelle zugewandten Oberfläche der Leiterplatte aufgebracht werden kann.

**[0003]** Weitere Probleme entstehen insbesondere bei mobilen Kommunikationsgeräten durch den geringen Abstand der Antenne zu den elektronischen Komponenten, die dadurch elektromagnetischen Störungen ausgesetzt sind, die die Funktionsweise der Komponenten negativ beeinflussen können.

**[0004]** Aus der Veröffentlichungsschrift WO 2004/051745 A2 sind elektronische Bauelemente mit beispielsweise einem IC-Chip und einem MEMS-Chip bekannt, wobei eine Abdeckung die beiden auf einem Trägersubstrat liegende Chips bedeckt.

**[0005]** Aus der Patentschrift US 6 178 249 B1 sind MEMS-Mikrofone bekannt, wobei eine Abdeckung einen MEMS-Chip und einen Halbleiterchip im gleichen Hohlraum einschließt.

**[0006]** Aus der Patentschrift US 6,870,939 B2 sind MEMS-Mikrofone zur Oberflächenmontage und mit kleinen Abmessungen bekannt.

**[0007]** Aus der Veröffentlichungsschrift WO 2005/102910 A1 sind verkapselte elektrische Bauelemente und Verfahren zur Verkapselung solcher Bauelemente bekannt, wobei eine Trennfuge zwischen einer Rahmenstruktur, auf der ein Chip aufsitzt, und dem Chip durch eine Jetdruckstruktur

verschlossen ist. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein MEMS-Package geringer Baugröße anzugeben, welches eine sichere Verkapselung für ein MEMS-Bauelement darstellt, das elektromagnetische Störungen besser abschirmt und dabei einfach herzustellen ist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird mit einem MEMS-Package mit den Merkmalen von Anspruch 1 oder von Anspruch 21 oder von Anspruch 22 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie ein Verfahren zur Herstellung sind weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

**[0009]** Das MEMS-Package ist auf einem mechanisch stabilen Trägersubstrat aufgebaut. Auf dessen Oberseite ist ein MEMS-Chip montiert. Ebenfalls auf oder über der Oberseite des Trägersubstrats oder in dieses eingebettet ist zumindest ein Chipbauelement angeordnet. Eine metallische Schirmungsschicht überdeckt den MEMS-Chip und das Chipbauelement und schließt in einem ringförmig geschlossenen umlaufenden Bereich mit der Oberseite des Trägersubstrats ab. MEMS-Chip und Chipbauelement weisen elektrische Kontakte auf, die elektrisch mit Außenkontakten auf einer Oberfläche des Trägersubstrats verbunden sind.

**[0010]** Die Schirmungsschicht ist eine dünne Metallisierung, die direkt auf dem MEMS-Chip und/oder dem Chipbauelement aufgebracht sein kann. Zumindest zwischen MEMS-Chip und Schirmungsschicht kann jedoch zusätzlich eine Abdeckung vorgesehen sein. Die Schirmungsschicht ist vorzugsweise an mindestens einer Stelle mit geeigneten elektrisch leitenden Strukturen des Trägersubstrats elektrisch verbunden. Solche Strukturen können Massepotential, weitere Schirmflächen oder externe Anschlüsse sein.

**[0011]** Es wird ein MEMS-Package erhalten, welches eine nur geringe Bauhöhe aufweist. Durch die Schirmungsschicht ist eine elektromagnetische Abschirmung gewährleistet, welches einen Einsatz des MEMS-Packages in einer Umgebung erlaubt, in der mit der Einstrahlung elektromagnetischer Wellen zu rechnen ist. Eine solche Umgebung kann beispielsweise das Innere eines Mobilfunkendgeräts darstellen.

**[0012]** Der MEMS-Chip realisiert eine beliebige Sensor- oder Aktorfunktion und kann in Form eines strukturierten Dünnschichtaufbaus auf einem als Träger dienenden Basischip realisiert sein. Alternativ oder zusätzlich zum Dünnschichtaufbaus kann der MEMS-Chip selbst zur Realisierung der Sensor- oder Aktorfunktion strukturiert und gegebenenfalls sogar monolithisch sein. Diese Seite des MEMS-Chips wird im Folgenden als aktive Seite bezeichnet. Der MEMS-Chip weist metallische Kontaktflächen auf, über die er elektrisch angeschlossen werden kann. Die Kon-

taktflächen können auf der aktiven Seite oder auf der gegenüberliegenden „passiven“ Seite des Basischips angeordnet sein. In letzterem Fall kann die elektrische Verbindung der Kontaktflächen mit elektrischen leitenden Strukturen der aktiven Seite über eine durch den Basischip verlaufende Verbindung erfolgen. Diese kann als Durchkontaktierung ausgebildet sein, also als Loch oder Bohrung, die mit einem elektrisch leitenden Material und insbesondere mit Metall gefüllt ist. Möglich ist es jedoch auch, als Basischip einen Halbleiterchip zu verwenden, der im Bereich der Durchkontaktierung elektrisch leitend eingestellt ist.

**[0013]** Die Außenkontakte des MEMS-Packages befinden sich auf einer Oberfläche des Trägersubstrats, vorzugsweise auf der dem MEMS-Chip gegenüberliegenden Oberfläche. Die Außenkontakte sind elektrisch leitend mit den Anschlussflächen des MEMS-Chips und/oder mit weiteren Schaltungselementen verbunden. Vorzugsweise ist der MEMS-Chip nur indirekt über weitere Schaltungselemente wie z. B. über das Chip-Bauelement mit den Außenkontakten verbunden.

**[0014]** Das Chipbauelement ist entweder direkt mit dem Trägersubstrat bzw. darauf vorgesehenen Anschlussflächen und diese mit den Außenkontakten des Trägersubstrats verbunden. Möglich ist es jedoch auch, das Chipbauelement elektrisch mit dem MEMS-Chip zu verbinden und für beide verbundenen Komponenten eine gemeinsame Verbindung zu Anschlussflächen des Trägersubstrats vorzusehen.

**[0015]** Das Trägersubstrat kann elektrische Durchführungen aufweisen, die ebenfalls wie Durchkontaktierungen ausgebildet sind. Das Trägersubstrat kann ein- oder mehrschichtig ausgebildet sein. Es kann keramisches oder Kunststoffmaterial umfassen und im Inneren eine oder mehrere Metallisierungsebenen aufweisen, die durch elektrisch isolierende Schichten voneinander getrennt, aber mittels der genannten Durchführungen miteinander verbunden sind. Auf diese Weise kann im Trägersubstrat eine Verschaltungsstruktur realisiert und mit dem MEMS-Chip und/oder dem Chip-Bauelement verbunden werden. Die Verschaltungsstruktur kann außerdem passive Komponenten umfassen, die aus strukturierten Metallisierungen ausgebildet sind und Kapazitäten, Induktivitäten oder Widerstände verwirklichen.

**[0016]** Vorzugsweise umfasst das zumindest eine Chipbauelement eine integrierte Schaltung, die mit der Funktion des MEMS-Chips zusammenwirkt. Beispielsweise kann die integrierte Schaltung eine Steuer-, Auswerte- oder Verstärkerschaltung oder eine sonstige zum Betrieb des MEMS-Chips eingesetzte Schaltungsanordnung sein.

**[0017]** Sofern der MEMS-Chip nicht zur direkten Beschichtung mit einer metallischen Schirmschicht geeignet ist, oder wenn gezielt ein eingelagerter Hohlraum, z. B. ein akustisch wirksames Volumen realisiert werden soll, ist zwischen Schirmschicht und MEMS-Chip eine Abdeckung angeordnet. Die Abdeckung kann mit der Oberseite des Trägersubstrats abschließen und den MEMS-Chip zwischen sich und Trägersubstrat vollständig einschließen. Eine solche großflächige Abdeckung kann beispielsweise in Form einer Laminatfolie realisiert sein. Diese kann so aufgebracht werden, dass sie direkt auf den Oberflächen von MEMS-Chip und Trägersubstrat aufliegt oder stellenweise Zwischenräume lässt.

**[0018]** Die Laminatfolie ist vorzugsweise eine ein- oder mehrschichtige fertige Folie, die während oder nach dem Aufbringen, was beispielsweise durch Auflaminieren erfolgen kann, in einen gehärteten Zustand überführt wird. Die Laminatfolie kann aber auch durch Foliengießen direkt auf die Oberfläche von Trägersubstrat und MEMS-Chip erzeugt werden. Auch in diesem Fall erfolgt eine nachträgliche Härtung des Kunststoffmaterials. Möglich ist es jedoch auch, die Abdeckung in Folienform mittels eines Schicht-erzeugungsprozesses zu erzeugen, beispielsweise durch Aufgießen oder -sprühen oder mittels Tauchbeschichtung.

**[0019]** Die Abdeckung muss aber nicht mit dem Trägersubstrat abschließen und kann beispielsweise nur in Form eines Deckels auf der Oberseite des MEMS-Chips aufliegen bzw. dort befestigt sein. Auch in diesem Fall kann der Deckel wieder eine Kunststoffschicht sein bzw. aus einer dicken Kunststoffolie ausgebildet sein. Bevorzugt ist der MEMS-Chip jedoch mit einem mechanisch stabilen und insbesondere starren Deckel abgedeckt, der einen dem Material des MEMS-Chips bzw. des Basischips angepassten thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist. Unter diesem Gesichtspunkt sind Materialien wie Glas, Quarz oder Halbleiterschichten geeignet.

**[0020]** Ein solcher Deckel kann aufgeklebt, gebondet, aufgelötet oder mittels Bumps verbunden sein.

**[0021]** Für bestimmte Funktionen des MEMS-Chips ist es erforderlich, über dem MEMS-Chip eine Ausnehmung einer ausreichenden Größe vorzusehen, die zur Ausbildung eines Rückseiten- oder Rückvolumens oder zur Freilegung tiefer im MEMS-Chip sitzender Strukturen dient. Dazu ist es möglich, in der als Deckel ausgebildeten Abdeckung eine zum MEMS-Chip hin weisende Ausnehmung vorzusehen, die mit dem MEMS-Chip zusammen einen Hohlraum einschließt.

**[0022]** In einer weiteren Ausgestaltung wird zur Abdeckung des MEMS-Chips das Chipbauelement als Deckel eingesetzt, das auf dem MEMS-Chip auflie-

gend mit diesem verbunden wird. Die Verbindung kann eine elektrische und eine mechanische Verbindung umfassen, wobei eine Flip-Chip-Anordnung bevorzugt ist, die beide Verbindungen in einem Schritt bzw. mit der gleichen Struktur verwirklicht. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass eine einfache elektrische Verbindung zwischen Chipbauelement und MEMS-Chip hergestellt werden kann, dass der MEMS-Chip durch das Chipbauelement geschützt ist, dass das als Deckel dienende Chipbauelement das direkte Aufbringen der Schirmungsschicht erlaubt. So wird insgesamt eine äußerst Raum sparende Anordnung erzielt, die im Hinblick auf die Miniaturisierung von Bauelementen besonders bevorzugt ist.

**[0023]** Die Abdeckung kann jedoch auch als Kappe ausgeführt sein. Diese weist nur in einem umlaufenden Randbereich eine Auflagefläche zu einer Unterlage auf und erhebt sich dazwischen über das Auflageniveau, so dass sie auf ebenen Unterlagen aufsitzen unter sich einen Hohlraum einschließen kann. Die Kappe ist aus einem starren, elektrisch nicht leitenden Material ausgebildet, beispielsweise aus Kunststoff. Sie wird auf dem Trägersubstrat aufgesetzt und kann dort beispielsweise mittels Klebens oder Anschmelzens befestigt werden. In dem unter der frei tragenden Kappe gebildeten Hohlraum ist der MEMS-Chip angeordnet.

**[0024]** Möglich ist es auch, unter der als Kappe oder anders ausgebildeten Abdeckung sowohl den MEMS-Chip als auch das Chipbauelement anzuordnen. Weiterhin ist es auch möglich, nur für den MEMS-Chip eine Abdeckung vorzusehen und das Chipbauelement daneben auf dem Trägersubstrat anzuordnen, aber beide mit einer gemeinsamen Schirmungsschicht zu versehen.

**[0025]** Für verschiedene Sensorfunktionen des MEMS-Chips ist es erforderlich, dass dieser in direktem Kontakt zu einer außen anliegenden Atmosphäre steht, insbesondere wenn der MEMS-Chip als Drucksensor oder als Mikrofon ausgebildet ist. Dazu wird entweder über dem MEMS Chip ein Durchbruch durch Schirmungsschicht und Abdeckung vorgesehen, sodass von dieser Seite aus der MEMS-Chip freigelegt ist. Die nachträgliche Herstellung des Durchbruchs wird erleichtert, wenn die Abdeckung zumindest in einem vorzugsweise zentralen Bereich nicht direkt auf dem MEMS-Chip aufliegt, beispielsweise an der Unterseite eine Ausnehmung aufweist oder selbst kappenförmig ausgebildet und unter Einschluss eines Hohlraums auf dem MEMS-Chip oder dem Trägersubstrat aufsitzt. Möglich ist es jedoch auch, den erforderlichen Durchbruch im Trägersubstrat unterhalb des MEMS-Chips vorzusehen.

**[0026]** Ist die Abdeckung aus einem elektrisch isolierenden Material und insbesondere aus einer dicht aufliegenden Folie oder Schicht ausgebildet, so kann

auf einer ersten Abdeckungsschicht eine Metallisierungsstruktur realisiert werden, die durch in der ersten Abdeckungsschicht ausgebildete Kontaktöffnungen hindurch elektrisch leitend entweder mit dem MEMS-Chip, oder mit dem Chipbauelement oder mit beiden dann nebeneinander angeordneten Bauelementen verbunden ist. Über der Metallisierungsstruktur ist eine zweite Abdeckungsschicht als elektrisch isolierende Schicht aufgebracht. Die Schirmungsschicht ist über dieser zweiten Abdeckungsschicht aufgebracht. Mit dieser Metallisierungsstruktur kann eine Verschaltung zumindest eines aus MEMS-Chip und Chipbauelement mit dem Trägersubstrat und/oder eine Verschaltung zwischen beiden Chips vorgenommen sein. In diesem Fall ist es ausreichend, die bereits über die Metallisierungsstruktur elektrisch kontaktierten Komponenten auf dem Trägersubstrat allein mechanisch zu befestigen, beispielsweise durch Aufkleben.

**[0027]** Der MEMS-Chip kann mit seiner der aktiven Seite gegenüberliegenden passiven Seite mittels eines entsprechenden Verbindungsmittels auf dem Trägersubstrat befestigt und insbesondere aufgeklebt sein. Weist der MEMS-Chip eine Durchkontaktierung bis zur aktiven Seite mit den aktiven MEMS Strukturen auf, so wird das Verbindungsmittel elektrisch leitend eingestellt. Möglich ist es beispielsweise, einen elektrisch anisotrop leitenden Klebstoff zu verwenden, der eine elektrische Leitfähigkeit ausschließlich quer zur Klebstoffschicht gewährleistet. Ein solcher anisotrop leitender Klebstoff hat den Vorteil, dass er großflächig aufgebracht werden kann, wobei gleichzeitig eine Vielzahl elektrischer Verbindungen zwischen entsprechenden Kontaktflächen auf dem MEMS-Chip und Anschlussflächen auf dem Trägersubstrat hergestellt werden können, ohne dass sie durch die alle Kontaktflächen überdeckende Klebstoffschicht kurzgeschlossen werden.

**[0028]** Des Weiteren hat der anisotrop leitende Klebstoff den Vorteil, dass die Trennfuge zwischen Trägersubstrat und MEMS-Chip vollständig verschlossen werden kann. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn die Herstellung der Abdeckung und/oder der metallischen Schirmungsschicht nur auf einer geschlossenen Oberfläche erfolgen kann oder wenn die Unterseite des MEMS-Chips beim entsprechenden Aufbringungsverfahren von Abdeckung oder Schirmungsschicht geschützt werden muss, oder wenn unter der Abdeckung ein Hohlraum eingeschlossen bleiben soll. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn an der Unterseite des MEMS-Chips befindliche MEMS-Strukturen freiliegen und ein entsprechendes Verfahren zur Herstellung von Abdeckung oder Schirmungsschicht den Einsatz einer flüssigen Phase beinhaltet.

**[0029]** Der MEMS-Chip kann aber auch mittels Bonddrähten mit dem Trägersubstrat verbunden

sein. Dies kann vorteilhaft mit einer starren Abdeckung kombiniert werden, die den MEMS-Chip ohne Beeinträchtigung der Bonddraht-Verbindung schützt.

**[0030]** MEMS-Chip und Chipbauelement werden bevorzugt in Flip-Chip-Technik auf dem Trägersubstrat oder übereinander montiert, wobei jeweils die elektrische Kontakte aufweisende Oberfläche hin zum Trägersubstrat weist und elektrische und mechanische Verbindungen zwischen einander entsprechenden und im montierten Zustand einander gegenüberliegenden Kontakt- und Anschlussflächen hergestellt wird, beispielsweise mittels Bump-Verbindungen, Lötverbindungen oder elektrisch leitfähigen Klebern.

**[0031]** Das Chipbauelement kann eine wesentlich geringere Schichtdicke als der MEMS-Chip aufweisen. Dies ermöglicht es, das Chipbauelement unter dem MEMS-Chip, also zwischen MEMS-Chip und Trägersubstrat anzuordnen. Dort kann es elektrisch und mechanisch mit der Oberseite des Trägersubstrats verbunden sein. Möglich ist es auch, das Chipbauelement unter dem MEMS-Chip anzuordnen und elektrisch und mechanisch mit dem MEMS-Chip zu verbinden.

**[0032]** Bei Flip-Chip-Anordnung des MEMS-Chips über nicht abdichtenden Verbindungen kann eine zusätzliche Fugenabdichtung vorgesehen sein. Dies kann beispielsweise ein Underfiller sein, der nach dem Aufbringen des MEMS-Chips die Fuge von außen her umlaufend abdichtet.

**[0033]** Möglich ist es auch, eine rahmenförmige Struktur auf der Oberseite des Trägersubstrats oder auf der entsprechenden Seite des MEMS-Chips vorzusehen, deren Oberseite eine ringförmig geschlossene Verbindungsfläche zum MEMS-Chip bzw. zum Trägersubstrat darstellt. Die Rahmenstruktur kann beispielsweise ein Lotrahmen sein, der es zusätzlich erlaubt, eine Lotverbindung zwischen Trägersubstrat und MEMS-Chip herzustellen. Die Rahmenstruktur kann jedoch auch aus einem beliebig anderen strukturiert aufbringbaren oder nachträglich strukturierten Material hergestellt sein, beispielsweise aus Kunststoff, einer strukturierten Kunststoffolie und insbesondere aus einem strukturierten Resist.

**[0034]** Möglich ist es jedoch auch, die Rahmenstruktur integriert im Material des Trägersubstrats oder des MEMS-Chips auszubilden. Die entsprechenden elektrischen Anschluss- oder Kontaktflächen liegen dann gegenüber dem Niveau der Oberkante des Rahmens zurückversetzt, sodass zwischen MEMS-Chip und Trägersubstrat, wenn der entsprechende Teil auf der Rahmenstruktur aufliegt, noch Raum für die entsprechenden Verbindungsmittel, insbesondere für Klebeschicht, Lotverbindung oder Bumps verbleibt.

**[0035]** MEMS-Chip und Chipbauelement können nebeneinander auf dem Trägersubstrat angeordnet und mit einer gemeinsamen großflächigen Abdeckung, insbesondere einer Laminatfolie, abgedeckt sein. Bevorzugt ist die Anordnung so, dass die Laminatfolie den MEMS-Chip und das zumindest eine Chipbauelement jeweils separat gegen die Oberseite des Trägersubstrats einschließt. Die Schirmungsschicht ist dann großflächig über die Abdeckung aufgebracht und schließt vorzugsweise mit der Oberseite des Trägersubstrats ab. Vorzugsweise ist dabei der MEMS-Chip mit einem unter der Abdeckung angeordneten Deckel versehen, der entweder die empfindlichen MEMS-Strukturen auf der aktiven Seite abdeckt oder eine eventuell vorhandene, nach oben weisende Ausnehmung im MEMS-Chips überspannt.

**[0036]** Noch vorteilhafter ist es, das Chipbauelement als Deckel zu verwenden und als Abdeckung zumindest eine erste Laminatfolie zu verwenden, die den mit dem Chipbauelement als Deckel versehenen MEMS-Chip überdeckt und rundum mit dem Substrat abschließt. In dieser ersten Abdeckschicht können Kontaktöffnungen vorgesehen sein, in denen dort freiliegende Kontaktflächen mit einer Metallisierungsstruktur, die auf der ersten Abdeckschicht aufgebracht ist, verbunden sind. Über diese Metallisierungsstruktur kann das Chipbauelement elektrisch mit Anschlussflächen auf der Oberseite des Trägersubstrats verbunden werden. Der MEMS-Chip kann direkt elektrisch und mechanisch mit dem Trägersubstrat über eine elektrisch leitende Verbindung verbunden sein. In diesem Fall ist es möglich, das Chipbauelement als Deckel auf die vom Trägersubstrat weg weisende Oberfläche des MEMS-Chips so aufzukleben, dass die Kontakte des Chipbauelements nach oben weisen. Möglich ist es jedoch auch, eine direkte Verbindung zusätzlich zwischen Chipbauelement und MEMS-Chip vorzusehen.

**[0037]** Vorzugsweise wird die elektrische Verbindung jedoch auf der Ebene des Trägersubstrats, beispielsweise durch auf seiner Oberseite vorgesehene Leiterbahnen, oder durch eine im Inneren des Trägersubstrats verborgene Metallisierungs- und Verdrahtungsebene oder auf der Unterseite des Trägersubstrats vorgenommen.

**[0038]** Der MEMS-Chip kann als Mikrofon ausgebildet sein, bei dem entweder in Abdeckung und/oder Schirmungsschicht eine Durchbrechung vorgesehen ist oder bei dem der MEMS-Chip über einer Schallöffnung im Trägersubstrat angeordnet ist. Zusätzlich kann das MEMS-Package auf der der Schallöffnung oder dem Durchbruch gegenüberliegenden Seite ein ausreichend dicht abgeschlossenes Rückvolumen aufweisen, welches einen Referenzdruck für den MEMS-Chip darstellt und die Messung eines Druckunterschieds relativ zu diesem Referenzdruck

ermöglicht. Dies ist für Anwendungen als Drucksensor oder Mikrofon erforderlich.

**[0039]** Die Schallöffnung, durch die ein als Mikrofon oder Drucksensor ausgebildeter MEMS-Chip mit der äußeren Umgebung in Verbindung steht, kann als eine Öffnung im Trägersubstrat oder als eine Durchbrechung in der Abdeckung bzw. Schirmungsschicht ausgebildet sein.

**[0040]** Auf der der Schallöffnung gegenüber liegenden Seite des MEMS-Chips ist dann das Rückvolumen oder Referenzvolumen ausgebildet. Auf der passiven Seite kann das Rückvolumen durch eine Ausnehmung im MEMS-Chip zur Verfügung gestellt und entsprechend abgedeckt bzw. abgeschlossen sein.

**[0041]** Weist die passive Seite des MEMS-Chips zur Schallöffnung, wird das Rückseitenvolumen von der Abdeckung oder dem Trägersubstrat zur Verfügung gestellt.

**[0042]** Dies kann in Form eines als Kappe ausgebildeten auf dem MEMS-Chip aufsitzenden Deckels erfolgen oder in Form einer auf dem Trägersubstrat aufsitzenden Kappe erfolgen.

**[0043]** Wenn die aktive Seite dem Trägersubstrat mit der Schallöffnung zugewandt ist, wird das Rückvolumen beispielsweise in einer Ausnehmung im Trägersubstrat unterhalb des MEMS-Chips vorgesehen.

**[0044]** Im Folgenden werden das erfindungsgemäße MEMS-Package sowie geeignete Verfahren zu dessen Herstellung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren sind rein schematisch und nicht maßstabsgetreu ausgeführt, so dass sich den Figuren weder absolute noch relative Maßangaben entnehmen lassen. Es zeigen im Einzelnen:

**[0045]** Fig. 1 ein MEMS-Package, bei dem MEMS-Chip und Chipbauelement unter einer Kappe und einer metallischen Schirmungsschicht angeordnet und über Bonddrähte kontaktiert sind,

**[0046]** Fig. 2 eine Anordnung, bei der im Gegensatz zu Fig. 1 der MEMS-Chip über eine Flip-Chip-Anordnung elektrisch kontaktiert ist,

**[0047]** Fig. 3 eine Anordnung, bei der im Vergleich zu Fig. 2 die Kappe durch eine dicht aufliegende Abdeckschicht ersetzt ist und das Chipbauelement eine Glob-Top-Abdeckung aufweist,

**[0048]** Fig. 4 ein MEMS-Package, bei dem im Unterschied zu Fig. 3 auch das Chipbauelement eine Flip-Chip-Anordnung aufweist und der MEMS-Chip mit einem Deckel abgedeckt ist,

**[0049]** Fig. 5 eine Anordnung, bei der der in Flip-Chip-Anordnung aufgebrachte MEMS-Chip zusätzlich eine Fugenabdichtung aufweist und bei dem auf die Abdeckschicht verzichtet ist,

**[0050]** Fig. 6 eine Anordnung, bei der das Chipbauelement zwischen MEMS-Chip und Trägersubstrat auf letzterem befestigt ist,

**[0051]** Fig. 7 eine Anordnung, bei der das Chipbauelement zwischen MEMS-Chip und Trägersubstrat angeordnet und an ersterem befestigt ist,

**[0052]** Fig. 8 eine Anordnung, bei der das Chipbauelement auf dem durchkontaktierten MEMS-Chip aufliegt und zusätzlich mit einer Ausnehmung aufweisenden Abdeckung abgedeckt ist,

**[0053]** Fig. 9 eine Anordnung mit auf dem MEMS-Chip aufliegendem Chipbauelement, die mit einer Laminatfolie abgedeckt sind,

**[0054]** Fig. 10 eine Anordnung ähnlich wie Fig. 8, bei der jedoch in Deckel, Abdeckung und Schirmungsschicht eine Durchbrechung vorgesehen ist,

**[0055]** Fig. 11 eine Anordnung, bei der das Chipbauelement unter dem MEMS-Chip auf dem Trägersubstrat in einer Ausnehmung des MEMS-Chips angeordnet ist und bei der über dem MEMS-Chip in Deckel, Abdeckung und Schirmungsschicht eine Durchbrechung vorgesehen ist,

**[0056]** Fig. 12 eine Anordnung, bei der MEMS-Chip und Chipbauelement nebeneinander über einen Hohlraum im Trägersubstrat angeordnet sind, und wobei beide Hohlräume miteinander verbunden sind,

**[0057]** Fig. 13 eine Anordnung, bei der das Chipbauelement neben dem MEMS-Chip angeordnet ist und über eine Metallisierungsstruktur elektrisch kontaktiert ist,

**[0058]** Fig. 14 eine Anordnung, bei der der MEMS-Chip mit dem Chipbauelement abgedeckt ist und das Chipbauelement mittels einer Metallisierungsstruktur elektrisch leitend mit dem Trägersubstrat verbunden ist, und

**[0059]** Fig. 15 eine Anordnung, bei der zwischen MEMS-Chip und Chip-Bauelement ein Formteil mit einer zusätzlichen Ausnehmung angeordnet ist.

**[0060]** Fig. 1 zeigt eine einfache Ausführungsform des MEMS-Packages, bei der MEMS-Chip MC und Chipbauelement CB nebeneinander auf der Oberseite des Trägersubstrats TS montiert und dort beispielsweise mittels Klebstoff befestigt sind. Die elektrische Kontaktierung der beiden Komponenten zum Trägersubstrat erfolgt mit Bonddrähten BD. Die Ab-

deckung AB besteht aus einer auf dem Trägersubstrat aufsitzenden Kappe, die unter sich einen Hohlraum HR einschließt. Die Kappe kann beispielsweise auf das Trägersubstrat TS aufgeklebt werden und besteht beispielsweise aus einem vorgeformten Kunststoffteil. Die Schirmungsschicht SL wird in einem Dünnschichtverfahren auf die Kappe und die Oberfläche des Trägersubstrats aufgebracht und gegebenenfalls nasschemisch oder galvanisch verstärkt. Geeignet ist beispielsweise ein zweistufiges Vorgehen, bei dem zunächst eine metallische Haftschrift – beispielsweise aus Titan, Nickel, Chrom, Wolfram oder Kupfer – aufgesputtert und anschließend aus der Lösung galvanisch oder stromlos mit Kupfer oder Nickel verstärkt wird.

**[0061]** Geeignete Schichtdicken zum Erfüllen der Schirmungsfunktion liegen dann im Bereich zwischen 10 und 100 µm. Vorzugsweise weist das Trägersubstrat TS eine mit Masse verbundene Anschlussfläche auf, die mit der Schirmungsschicht abschließt und diese somit erdet. Der Hohlraum HR unter der als Kappe ausgebildeten Abdeckung AB wird als Rückvolumen für die Funktion des MEMS-Chips benutzt. Der MEMS-Chip MC weist auf der zum Trägersubstrat weisenden passiven Seite eine Ausnehmung AN auf, in der der MEMS-Chip soweit gedünnt ist, dass die MEMS Strukturen der aktiven Seite frei liegen. Unterhalb der Ausnehmung ist im Trägersubstrat eine als Durchbruch ausgebildete Öffnung OE vorgesehen, sodass die (passive) Unterseite des MEMS-Chips im Bereich der Ausnehmung AN mit einer Umgebungsatmosphäre bzw. einem Umgebungsdruck in Verbindung steht.

**[0062]** In der Figur nicht dargestellt sind an der Unterseite des Trägersubstrats angeordnete Außenkontakte, über die das MEMS-Package auf einer Leiterplatte oder einer anderen Schaltungsumgebung befestigt werden kann. Sinnvollerweise weist dann auch die Leiterplatte einen entsprechenden Durchbruch auf, um nach Montage des Packages eine Verbindung zur Umgebungsatmosphäre zu gewährleisten. Möglich ist es jedoch auch, die Außenkontakte auf der Oberseite des Trägersubstrats vorzusehen und die Kappe dann in eine Ausnehmung oder Öffnung der Leiterplatte zu versenken und den MEMS-Chip so kopfüber zu befestigen.

**[0063]** Der MEMS-Chip MC ist beispielsweise als Mikrofon, das Chipbauelement CB beispielsweise als Verstärkerbauelement für die vom MEMS-Chip erzeugten Messsignale ausgelegt.

**[0064]** Als Trägersubstrat TS sind übliche Leiterplattensubstrate in einer Mehrlagentechnik auf keramischer (HTCC – High Temperature Cofired Ceramics, LTCC – Low Temperature Cofired Ceramics) oder organischer Basis (Epoxid, Phenol, Polyimid, Bismaleinimid-Triazin, Cyanat, Ester, Cyanatester, PTFE

Polytetrafluorethylen), gegebenenfalls mit anorganischen Füllstoffen (Quarz- oder Keramikpartikel, Glasfasern, Glasfolie) oder auch mit organischer Faserverstärkung (z. B. Aramid) geeignet. Auch Hochtemperatur-Thermoplaste (z. B. PEI Polyetherimid, PAEK Polyaryletherketone, PSU Polysulfon, PPS Polyphenylensulfid, PAI Polyamidimid, PA Polyamid, Polyphthalamid, Polybutylenterephthalat oder andere) bieten sich als Material für das Trägersubstrat TS an, insbesondere solche in MID-Verarbeitung (Moulded Interconnect Device). Im Trägersubstrat TS können passive oder aktive Bauelemente eingebettet sein. Im Fall eines als Mikrofon ausgebildeten MEMS-Chips sind dies insbesondere Verstärker oder AD-Wandler sowie Schutzeinrichtungen gegen EMI (Electro-Magnetic Interference) und ESD (Electro-Static Discharge).

**[0065]** Fig. 2 zeigt ein weiteres MEMS-Package, bei dem im Unterschied zu Fig. 1 der MEMS-Chip MC in Flip-Chip-Anordnung z. B. mittels Bumps BU auf dem Trägersubstrat TS befestigt ist. Dazu ist der MEMS-Chip gegenüber der Fig. 1 vertikal gekippt, sodass nun die aktive Seite des MEMS-Chips zur Oberfläche des Trägersubstrats weist. Die elektrische und mechanische Verbindung kann über Bumps oder über elektrisch leitenden Kleber erfolgen. Sofern der Kleber keine ausreichende Abdichtung des Rückvolumens unter der als Kappe ausgebildeten Abdeckung AB erzeugt, sodass der dort vorliegende Referenzdruck nicht lange genug aufrecht erhalten werden kann, so wird, wie in Fig. 2 gezeigt, zusätzlich ein Dichtrahmen DR (siehe Figur) oder alternativ ein Underfiller oder eine sonstige Fugenabdichtung so vorgesehen, dass die Kante des MEMS-Chips umlaufend gegen das Trägersubstrat TS abgedichtet ist. Der Dichtrahmen kann auch ein nach dem Auflöten des MEMS-Chips MC applizierter Klebstoff sein. Ein anisotrop leitender Klebstoff kann die dargestellten Bumps BU ersetzen und gleichzeitig eine Abdichtung vornehmen. Gegenüber Fig. 1 ist das Rückvolumen hier weiter vergrößert.

**[0066]** Fig. 3 zeigt eine Anordnung, bei der MEMS-Chip MC und Chipbauelement CB wie in Fig. 2 aufgebracht sind. Anders als dort ist das Chipbauelement CB hier jedoch mit einer direkt aufgetragenen Schutzabdeckung, beispielsweise einer Glob-Top-Masse LG abgedeckt. Sowohl über MEMS-Chip MC als auch über mit der Schutzabdeckung LG versehenes Chipbauelement CB ist als weitere Abdeckung AB eine Abdeckschicht aufgebracht, beispielsweise eine auflaminierte Laminatfolie. Diese schmiegt sich dicht an den MEMS-Chip MC an und kann, wie dargestellt, die Ausnehmung AN auf der (passiven) Unterseite des MEMS-Chips MC überspannen. Die Schirmungsschicht SL ist wiederum als metallische Schicht auf die Oberfläche der Abdeckschicht aufgebracht und schließt rundum mit dem Trägersubstrat TS ab.

**[0067]** Wegen des gegenüber den **Fig. 1** und **Fig. 2** verkleinerten Rückvolumens ist, falls für den MEMS-Chip MC überhaupt ein Rückvolumen erforderlich ist, dieses ausreichend hoch gewählt. Dazu ist die Ausnehmung AN entweder vergrößert oder die Dicke des MEMS-Chips erhöht, bis ein ausreichend großes Rückvolumen erhalten ist. Bei geeigneter Prozessführung, insbesondere wenn die Abdeckschicht das Rückvolumen dicht am MEMS-Chip abschließt, kann hier auf den Dichtrahmen DR verzichtet werden.

**[0068]** **Fig. 4** zeigt eine Ausführung für ein MEMS-Package, bei der auch das Chipbauelement CB in Flip-Chip-Anordnung neben dem MEMS-Chip MC auf dem Trägersubstrat TS aufgebracht ist. Da dadurch die elektrischen Kontakte des Chipbauelements CB im Zwischenraum zwischen Chipbauelement und Trägersubstrat geschützt sind, ist hier keine zusätzliche Abdeckung des Chip-Bauelements wie in **Fig. 3** erforderlich. Die als Abdeckschicht ausgebildete Abdeckung AB kann direkt auf der Rückseite des Chipbauelements aufliegen.

**[0069]** Als weitere Ausgestaltung ist über dem MEMS-Chip MC ein Deckel DL aufgebracht. Dieser erleichtert das Aufbringen der Abdeckschicht, insbesondere das Auflaminieren der Laminatfolie, indem es die Ausnehmung auf der Oberseite des MEMS-Chips MC abdeckt und dabei Rückvolumen einschließt. Für den Deckel DL kann eine Glas- oder Kunststoffolie eingesetzt werden, alternativ eine entsprechend gedünnte Halbleiterschicht. Eine ausreichende Dicke wird bei ca. 100 µm erhalten. Vorzugsweise wird der MEMS-Chip bereits auf Waferebene mit dem Deckel versehen, indem eine entsprechend großflächige Deckelschicht oder ein entsprechender Deckelwafer mit dem Wafer verbunden wird, in dem die MEMS-Chips MC im Nutzen hergestellt werden. Das Verbinden des MEMS-Wafers mit dem Deckelwafer kann beispielsweise mittels Waferbondens erfolgen. Auch Kleben ist möglich.

**[0070]** **Fig. 5** zeigt eine Anordnung, bei der auf die Abdeckschicht verzichtet ist. Der MEMS-Chip ist lediglich mit einem Deckel DL abgedeckt, der das Rückvolumen in der Ausnehmung AN abschließt. Falls der MEMS-Chip MC nicht mit einem elektrisch anisotrop leitenden Klebstoff befestigt und so bereits abgedichtet ist, ist die Fuge zwischen MEMS-Chips und Trägersubstrat TS zusätzlich noch mit einer Fugenabdichtung FD, beispielsweise einem Dichtrahmen oder einem Underfiller, abgedichtet. Diese Anordnung ermöglicht es nun, direkt auf den Deckel, die Seitenflächen des MEMS-Chips und die Oberfläche des Trägersubstrats eine Schirmungsschicht SL aufzubringen, ohne dass dadurch eine Beeinträchtigung der MEMS-Funktion in Kauf genommen werden muss.

**[0071]** Zur Aufbringung der Schirmungsschicht für die Anordnung nach **Fig. 5** können auch Abscheidprozesse aus Metalllösungen eingesetzt werden, da eine entsprechende Dichtigkeit am MEMS-Chip gegeben ist. Dabei muss lediglich die Schallöffnung OE im Trägersubstrat vorübergehend geschlossen werden oder es muss so vorgegangen werden, dass die Schallöffnung nicht der Flüssigkeit ausgesetzt ist. Das Chipbauelement CB ist vorzugsweise mit einem anisotropen Leitkleber aufgeklebt, sodass auch hier keine zusätzliche Abdichtung erforderlich ist. Nicht dargestellt, aber möglich ist es, auch das Chipbauelement mit einer Fugendichtung gegen das Trägersubstrat abzudichten, um die Kontakte vor dem Abscheidprozess der Schirmungsschicht SL zu schützen.

**[0072]** **Fig. 6** zeigt eine raum sparende Ausführung eines MEMS-Packages, bei der das Chipbauelement CB nicht neben, sondern hier unter dem MEMS-Chip MC direkt auf dem Trägersubstrat TS befestigt ist. Dabei kann das Chipbauelement CB die Öffnung OE im Trägersubstrat wie dargestellt so überdecken, dass der MEMS-Chip MC dennoch in direktem Kontakt mit der Umgebungsatmosphäre außerhalb des Packages in Kontakt treten kann und einen entsprechenden Druck aufnehmen kann. Diese Ausführung ist bezüglich der minimalen erforderlichen Trägersubstratfläche optimal.

**[0073]** Als weiteres unabhängig mit anderen Ausführungen kombinierbares Merkmal ist hier der MEMS-Chip MC mit einem Deckel DL versehen, der über der Ausnehmung AN des MEMS-Chips selbst eine Deckelausnehmung aufweist bzw. als auf dem MEMS-Chip aufsitzende Kappe ausgebildet ist. Die Deckelausnehmung vergrößert das Rückseitenvolumen. Die Abdeckung AB überdeckt den MEMS-Chip bzw. den Deckel und stellt zugleich zusammen mit einer darüber aufgebrachten Schirmungsschicht SL die Abdichtung des MEMS-Chips gegen das Trägersubstrat sicher. Möglich ist es auch in diesem Fall, auf die Abdeckschicht zu verzichten und gegebenenfalls eine Fugenabdichtung an der MEMS-Chip-Unterseite vorzusehen.

**[0074]** In leichter Abwandlung gegenüber **Fig. 6** zeigt **Fig. 7** ein ebenfalls unter dem MEMS-Chip MC angeordnetes, jedoch mit dessen Unterseite verbundenes Chipbauelement CB. Auch hier ist das Chipbauelement so aufgebracht, dass die Unterseite des MEMS-Chips mit der Außenatmosphäre in Kontakt steht. Die übrige Abdichtung kann, wie in einer der **Fig. 4** bis **Fig. 6** oder wie in **Fig. 7** dargestellt, erfolgen.

**[0075]** Zur Verfahrensvereinfachung kann das Chipbauelement CB bereits auf Waferebene auf einem MEMS-Chip-Wafer, in dem die MEMS-Chips ausgebildet sind, aufgebracht werden, bevor die einzelnen MEMS-Chips vereinzelt werden. Dabei ist es mög-



lich, die Chipbauelemente CB auf einem Hilfsträger in geeignetem Raster aufzubringen, sodass die Aufbringung der Chipbauelemente mittels des Hilfsträgers gemeinsam für alle MEMS-Chips auf dem Wafer parallel und gleichzeitig erfolgen kann.

**[0076]** Fig. 8 zeigt eine weitere Trägersubstrat-Fläche sparende Ausführung eines MEMS-Packages, bei der das Chipbauelement CB auf der (passiven) Oberseite des MEMS-Chips MC aufgebracht ist, vorzugsweise in Flip-Chip-Anordnung, die eine gleichzeitige elektrische Verbindung des Chipbauelements mit dem MEMS-Chip ermöglicht. Dazu ist der MEMS-Chip wie dargestellt mit einer Durchkontaktierung DK versehen, die eine elektrische Verbindung zur aktiven Seite des MEMS-Chips herstellt. Die MEMS Strukturen auf der aktiven Seite wiederum sind über entsprechend leitfähige Verbindungen mit Anschlussflächen auf dem Trägersubstrat (in der Figur nicht dargestellt) verbunden. Es kann eine beliebige Anzahl von Durchkontaktierungen und eine gegebenenfalls noch höhere Anzahl von Kontaktflächen auf der Unterseite des MEMS-Chips vorgesehen werden, die den erforderlichen Anschlüssen für den MEMS-Chip und das Chipbauelement CB entsprechen. Möglich ist es jedoch auch, Anschlüsse zusammenzuführen oder aufzuteilen, wobei sich die Anzahl der Durchkontaktierungen und Anschlüsse entsprechend erhöht oder erniedrigt.

**[0077]** Falls das Chipbauelement CB nicht ausreichend mechanisch stabil ist, kann es zusätzlich mit einer auf dem MEMS-Chip aufsitzenden Kappe, die als Deckel DL fungiert, abgedeckt werden. Die Kappenform kann auch durch eine entsprechend große Deckelausnehmung auf der Unterseite des Deckels realisiert sein. Abdeckschicht AS und Schirmungsschicht SL ergänzen die Anordnung. Gegebenenfalls kann auch hier wieder auf die Abdeckschicht verzichtet werden.

**[0078]** Fig. 9 zeigt eine weitere Ausführung für ein MEMS-Package, bei der das Chipbauelement CB den Deckel für den MEMS-Chip MC darstellt, der ausreichend stabil ist, sodass ohne Stabilitätsprobleme direkt darüber als Abdeckung AB eine Abdeckschicht und darüber eine Schirmungsschicht SL abgedeckt bzw. erzeugt werden kann. Das Chipbauelement ist hier vorzugsweise bereits auf Waferebene mit dem MEMS-Wafer, in dem die einzelnen MEMS-Chips strukturiert sind, verbunden. Dazu ist das Chipbauelement vorzugsweise flächengleich mit dem MEMS-Chip, sodass die beiden Wafer direkt miteinander verbunden werden können, da sie das gleiche Raster bei der Vereinzelung aufweisen. Allerdings kann es hier erforderlich sein, elektrische Verbindungen auf die Oberseite des Chipbauelements mittels Durchkontaktierungen durch das Chipbauelement zu realisieren (wie in Fig. 9 dargestellt). Eine Aufbringung des Chipbauelements in Flip-Chip-Weise auf der (aktiven) Oberseite des MEMS-Chips (in Fig. 9

nicht dargestellt) kann direkt eine elektrische Verbindung zu entsprechenden Anschlüssen des MEMS-Chips ausbilden, sodass dann die Durchkontaktierungen durch das Chipbauelement nicht erforderlich sind. Die Verbindung kann über Löten oder vorteilhaft mit anisotrop leitfähigem Kleber erfolgen.

**[0079]** Fig. 10 zeigt eine Anordnung, bei der der MEMS-Chip MC im Vergleich zu den vorherigen in den Fig. 2 bis Fig. 9 dargestellten Anordnungen über seinen Basischip bzw. seine passive Seite mit dem Trägersubstrat TS verbunden ist. Dies bedeutet, dass das durch die Ausnehmung AN im Basischip garantierte Rückseitenvolumen nun mit dem Trägersubstrat TS abgeschlossen ist. Der Kontakt des MEMS-Chips MC mit der Umgebungsatmosphäre muss dann über eine Durchbrechung DB in Deckel DL, Abdeckung AB und Schirmungsschicht SL erfolgen. Bei ausreichender Stabilität der Abdeckung AB kann auf den Deckel DL verzichtet werden und der Hohlraum z. B. über eine Opferschicht auf dem MEMS-Chip garantiert werden, die nach Aufbringen von Abdeckung AB und Schirmungsschicht sowie nach dem Öffnen der Durchbrechung DB wieder entfernt werden kann. Die Durchbrechung DB kann in beiden Fällen nach Fertigstellung der Abdeckung AB und nach Aufbringung der Abdeckschicht und der Schirmungsschicht SL erzeugt werden, beispielsweise durch Bohren, insbesondere Laserbohren. Es kann eine größere oder mehrere kleinere Durchbrechungen vorgesehen werden.

**[0080]** Fig. 11 zeigt eine Anordnung, die das Rückseitenvolumen ebenfalls zwischen MEMS-Chip und Trägersubstrat im Bereich der Ausnehmung AN einschließt. Das Volumen ist ausreichend, dass darin das Chipbauelement CB Platz hat und unter dem MEMS-Chip im Bereich der Ausnehmung mit dem Trägersubstrat TS verbunden werden kann, beispielsweise in Flip-Chip-Anordnung mittels elektrisch leitfähigem Kleber, Bumps oder sonstiger Bondverbindung. Auch hier muss eine Verbindung der Oberseite des MEMS-Chips MC mit der Umgebungsatmosphäre über eine Durchbrechung DB gewährleistet sein.

**[0081]** Da das Rückseitenvolumen durch die Anordnung gemäß der Fig. 10 und Fig. 11 auf die Chipgröße des MEMS-Chips MC beschränkt und gegebenenfalls zu klein ist, kann es durch zusätzliche Hohlräume VK im Trägersubstrat TS vergrößert werden. Fig. 12 zeigt darüber hinaus eine Ausgestaltung, bei zusätzlich ein weiterer Hohlraum unter dem Chipbauelement CB vorgesehen ist, der mit dem Hohlraum VK unter dem MEMS-Chip MC verbunden ist. Das Rückseitenvolumen ist dadurch weiter vergrößert, ohne dass dadurch die Bauhöhe oder die Fläche des MEMS-Packages erhöht wird.

**[0082]** Fig. 13 zeigt eine Ausführung, bei der über einer ersten Abdeckschicht AS1 eine Metallisierungs-

struktur MS und darüber eine zweite Abdeckschicht AS2 angeordnet ist. Die Metallisierungsstruktur steht elektrisch über Kontaktöffnungen KB in der ersten Abdeckschicht AS1 mit Kontaktflächen des Chip-Bauelement CB und Anschlussflächen des Trägersubstrats TS in Verbindung und stellt so einen elektrische Verbindungsstruktur dar. Daher kann das Chip-Bauelement CB mit der Rückseite auf das Trägersubstrat aufgeklebt werden.

**[0083]** In Fig. 14 ist ähnlich wie in Fig. 9 der MEMS-Chip MC mit dem aufgeklebten Chip-Bauelement CB als Deckel abgedeckt. Der elektrische Anschluss des Chip-Bauelement an die Anschlussflächen des Trägersubstrats TS erfolgt auch hier über eine wie in Fig. 13 dargestellte Metallisierungsstruktur MS, die durch Kontaktöffnungen KB mit den Kontaktflächen des MEMS-Chips MC verbunden ist. Der MEMS-Chip ist direkt mit dem Trägersubstrat bzw. dessen Kontaktflächen kontaktiert.

**[0084]** In keiner der beschriebenen Ausführungsformen ist das Rückvolumen des MEMS-Chips auf die dargestellte Form (trichterförmige Öffnung) eingeschränkt, die sich z. B. durch bestimmte Ätzverfahren in Einkristallen wie z. B. Silizium ergibt. Zur Verkleinerung des MEMS-Chips können vielmehr andere Formen (senkrechte Wände) der Ausnehmung vorteilhafter sein. Andererseits kann dann aber das chipeigene durch eine Ausnehmung gebildete Rückseitenvolumen zu klein werden, was die Empfindlichkeit des Mikrophons verschlechtert. Eine Abhilfemaßnahme ist bereits in Fig. 6 gezeigt, in der die Abdeckung AB eine zusätzlicher Ausnehmung aufweist.

**[0085]** Wenn das Chip-Bauelement CB als Chipabdeckung für den MEMS-Chip MC dienen und dabei zusätzliches Rückseitenvolumen geschaffen werden soll, bietet sich die folgende in Fig. 15 dargestellte Lösung an. Sie erweist sich auch besonders dann als vorteilhaft, wenn MEMS-Chip und Chip-Bauelement bereits auf Wafer-Level zusammengefügt werden sollen, obwohl das Chip-Bauelement kleiner ist. In diesem Fall wird in einem vorbereitenden Schritt das (kleinere) Chip-Bauelement mit seiner Anschlussseite auf einen Hilfsträger (z. B. eine Klebefolie) gesetzt und zwar im Rastermaß des (größeren) MEMS-Chips. Diese Anordnung wird dann mit einer zur Erzielung eines angepassten thermischen Ausdehnungskoeffizienten hochgefüllten polymeren Füllmasse FM überschichtet, z. B. in einem Gieß-, Preß- oder Laminierverfahren. Auf diese Weise wird ein neuer Wafer gewonnen, in dem Chip-Bauelemente nun passend zum Gegenstück angeordnet sind. Bei diesem Arbeitsgang kann auf einfache Weise in die Formmasse FM ein ergänzender Hohlraum HR eingepreßt werden. Beim Aufsetzen und Aufkleben des neuen Wafers ist der ergänzende Hohlraum über dem MEMS-Chip MC angeordnet und bildet gegeb-

nenfalls zusammen mit dessen Ausnehmung AN das Rückseitenvolumen.

**[0086]** In abgewandelter Ausführung kann eine Zwischenlage mit einem ergänzenden Hohlraum auch durch ein separates Formteil gebildet werden.

**[0087]** In Abwandlung der dargestellten Ausführungen sind darüber hinaus auch andere Kombinationen der beschriebenen Details möglich.

**[0088]** Alle Ausführungsformen eignen sich auch besonders für Arrays aus zwei oder mehr als Mikrophone ausgebildete MEMS-Chips.

**[0089]** Dadurch lässt sich eine Richtcharakteristik einstellen, beispielsweise zur Reduktion von Umgebungsgerauschen. Die Rückseitenvolumina sind dabei individuell jedem MEMS-Chip beigeordnet, die elektronische Beschaltung kann dagegen mehrere davon zusammenfassen.

**[0090]** Die Schirmungsschicht SL auf der Oberseite des Trägersubstrats, auf der sich MEMS-Chip und ggfs. weitere Komponenten befinden, ist von wesentlicher Bedeutung für die Schirmung der empfindlichen internen Signalverarbeitung gegenüber externen Störfeldern. Besonders relevant ist dies beim Einsatz in einem Mobiltelefon, wo das Bauelement oft nur wenige Zentimeter von der Antenne entfernt angeordnet ist. Die oben angeführte Prozessfolge Laminieren – Sputtern – Elektroplating ist nur eine Möglichkeit, diesen gut leitfähigen Überzug herzustellen. Bei einigen Ausführungsformen kann z. B. der Laminierprozess entfallen (vgl. Fig. 5). Auch ist es möglich, anstelle des Laminats eine entsprechende Schicht durch Tauchen, Gießen oder Sprühen herzustellen. Für die Metallisierung von Kunststoffoberflächen sind eine Reihe von PVD-, CVD-, nasschemischen und galvanischen Verfahren (oder Kombinationen daraus) bekannt. Für eine strukturierte Metallisierungsstruktur MS (siehe Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15) zum Zwecke der Verschaltung bietet sich deren fotolithographische Strukturierung oder eine selektive Metallisierung an, z. B. laseraktivierte Abscheidung oder ein Direktschreiben der Metallisierungsstruktur mit einem Jet-Druckverfahren.

**[0091]** Alle vorstehend am Beispiel eines MEMS-Mikrophons beschriebenen bzw. schematisch in den Figuren dargestellten Packaging-Varianten eignen sich prinzipiell auch für beliebige andere elektronische Bauteile, besonders zur Verkapselung von anderen MEMS-Chips inklusive Verstärkungs-, Anpass- oder Auswerteelektronik. Typische Beispiele dafür sind mechanische Resonatoren und Filter, Pyrosensoren, Spektrometer, Bildwandler im sichtbaren oder infraroten Spektralbereich, Drucksensoren, Gassensoren, Trübungssensoren, Lautsprecher, Bewegungsmelder, Beschleunigungs- oder Gyrosen-

soren, RFID-Chips, Schalter, abstimmbare Hochfrequenzbauteile ("Varaktoren"), Brennstoffzellen, Thermoelektrische Generatoren u. v. a. m..

**[0092]** Sinngemäß kann dabei die Schallöffnung entfallen. Dann ist bei geeignetem Trägersubstratmaterial erforderlichenfalls eine hermetische und diffusionsdichte Ausführung möglich oder durch ein Fenster für andere Wellen oder Strahlungen bzw. durch einen Medieneinlass ersetzt werden. Auch das Rückseitenvolumen ist dann in vielen Fällen obsolet.

#### Bezugszeichenliste

<b>MC</b>	MEMS-Chip
<b>AN</b>	Ausnehmung
<b>DK</b>	Durchkontaktierung
<b>TS</b>	Trägersubstrat
<b>OE</b>	Öffnung
<b>VK</b>	ergänzender Hohlraum
<b>CB</b>	Chip-Bauelement
<b>SL</b>	Schirmungsschicht
<b>AB</b>	Abdeckung
<b>AS1, AS2</b>	Abdeckschicht
<b>DL</b>	Deckel
<b>BD</b>	Bonddraht
<b>DB</b>	Durchbrechung
<b>HR</b>	Hohlraum
<b>FD</b>	Fugenabdichtung
<b>DR</b>	Dichtrahmen
<b>MS</b>	Metallisierungsstruktur
<b>FM</b>	Formteil
<b>BU</b>	Bump
<b>LG</b>	Glob-Top-Masse
<b>KB</b>	Kontaktöffnung

#### Patentansprüche

1. MEMS-Package, mit

- einem Trägersubstrat (TS),
- einem auf dessen Oberseite montierten MEMS-Chip (MC),
- zumindest einem auf oder über der Oberseite des Trägersubstrats angeordneten oder in das Trägersubstrat eingebetteten Chip-Bauelement (CB),
- einer dünnen metallischen Schirmungsschicht (SL), die den MEMS-Chip und das Chip-Bauelement überdeckt und mit der Oberseite des Trägersubstrats abschließt,

wobei

- MEMS-Chip und Chip-Bauelement elektrisch untereinander oder mit Außenkontakten auf einer Oberfläche des Trägersubstrats verbunden sind,
- zwischen Schirmungsschicht (SL) und MEMS-Chip (MC) eine Abdeckung (AB, DL) angeordnet ist,
- die Abdeckung (AB, DL) auf dem MEMS-Chip (MC) aufliegt, deckelförmig ausgebildet ist und
- die Abdeckung (AB, DL) eine zum MEMS-Chip (MC) weisende Ausnehmung aufweist und damit

über dem MEMS-Chip einen Hohlraum (HR) einschließt.

2. MEMS-Package nach Anspruch 1, bei dem die Abdeckung (AB, DL) eine großflächig über MEMS-Chip (MC) und Chip-Bauelement (CB) aufgebrachte und mit dem Trägersubstrat (TS) abschließende Laminatfolie umfasst.

3. MEMS-Package nach Ansprüchen 1 oder 2, bei dem das Chip-Bauelement (CB) auf dem MEMS-Chip (MC) aufliegt und unter der Schirmungsschicht (SL) angeordnet ist.

4. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem in der Abdeckung (AB, DL) über dem MEMS-Chip (MC) ein Durchbruch vorgesehen ist.

5. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Abdeckung (AB, DL) als starre Kappe ausgebildet ist, die auf dem Trägersubstrat (TS) aufsitzt und mit diesem zusammen einen Hohlraum (HR) ausbildet, in dem zumindest der MEMS-Chip (MC) angeordnet ist und bei dem die Schirmungsschicht (SL) direkt auf der Kappe und zumindest im Randbereich um die Kappe herum auf dem Trägersubstrat aufliegt.

6. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem über der Abdeckung eine Metallisierungsstruktur (MS) aufgebracht ist, die durch Kontaktöffnungen in der Abdeckung (AB, DL) hindurch elektrisch leitend mit dem MEMS-Chip (MC) und/oder dem Chip-Bauelement (CB) und/oder mit Kontaktflächen des Trägersubstrats (TS) verbunden ist, bei dem über der Metallisierungsstruktur (MS) eine elektrisch isolierende Schicht (AS2) und darüber die Schirmungsschicht (SL) angeordnet ist.

7. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der MEMS-Chip (MC) eine aktive Seite mit MEMS-Strukturen aufweist, bei dem der MEMS-Chip in der der aktiven Seite gegenüberliegenden Oberfläche eine zentrale Ausnehmung (AN) aufweist, in der die Schichtdicke des MEMS-Chips reduziert ist oder in der die MEMS-Strukturen freigelegt sind.

8. MEMS-Package nach Anspruch 7, bei dem der MEMS-Chip mit der der aktiven Seite gegenüber liegenden passiven Seite zum Trägersubstrat (TS) weist, bei dem der MEMS-Chip (MC) elektrische Durchkontaktierungen (DK) aufweist, über die die MEMS-Strukturen elektrisch mit auf dem Trägersubstrat angeordneten Anschlussflächen verbunden ist.

9. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die aktive Seite des MEMS-Chips (MC) zum Trägersubstrat (TS) weist, bei dem korrespondierende elektrische Kontaktflächen der MEMS-Strukturen auf der aktiven Seite und auf dem Trägersubstrat angeordnete Anschlussflächen einander gegenüber liegen und elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind.

10. MEMS-Package nach Anspruch 9, bei dem das Chip-Bauelement (CB) unter dem MEMS-Chip (MC) auf der Oberseite des Trägersubstrats (TS) angeordnet und elektrisch mit den auf dem Trägersubstrat angeordneten Anschlussflächen verbunden ist.

11. MEMS-Package nach Anspruch 9, bei dem das Chip-Bauelement (CB) unter dem MEMS-Chip (MC) angeordnet und elektrisch und mechanisch mit dem MEMS-Chip verbunden ist.

12. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem die Fuge zwischen dem MEMS-Chip (MC) und dem Trägersubstrat (TS) mittels einer Fugenabdichtung (FD) abgedichtet ist.

13. MEMS-Package nach Anspruch 1, bei dem die Abdeckung (AB) nur aus einem Deckel (DL) besteht und die Schirmungsschicht dicht an Deckel, Seitenflächen des MEMS-Chips und an der Oberseite des Trägersubstrats (TS) anliegt.

14. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem der MEMS-Chip (MC) und das zumindest eine Chip-Bauelement (CB) nebeneinander auf dem Trägersubstrat angeordnet und elektrisch mit den Anschlussflächen verbunden sind, bei dem der MEMS-Chip und das Chip-Bauelement mit einer Abdeckung (AB, DL) versehen sind, die die jeweilige Komponente getrennt von der anderen gegen das Trägersubstrat (TS) abschließt und bei dem die Schirmungsschicht (SL) beide Komponenten überdeckt.

15. MEMS-Package nach Anspruch 14, bei dem der MEMS-Chip (MC) mit der aktiven Seite auf dem Trägersubstrat (TS) mittels Bumps oder elektrisch leitfähigen Klebstoffs elektrisch und mechanisch verbunden ist, bei dem auf der von der Oberseite des Trägersubstrats wegweisenden passiven Oberfläche des MEMS-Chips ein Deckel (DL) aufliegt, bei dem der MEMS-Chip und das Chip-Bauelement mit einer gemeinsamen Laminatfolie als Abdeckung (AB, DL) abgedeckt sind, auf deren nach außen weisender Oberfläche eine Schirmungsschicht (SL) aufgebracht ist.

16. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem der MEMS-Chip (MC) als Mi-

krofon ausgebildet ist, bei dem entweder in Abdeckung (AB, DL) und/oder Schirmungsschicht (SL) ein Durchbruch (DB) vorgesehen ist, oder bei dem der MEMS-Chip über einer Schallöffnung (OE) im Trägersubstrat (TS) angeordnet ist, bei dem auf der jeweils der Schallöffnung oder dem Durchbruch gegenüber liegenden Seite des MEMS-Chips ein geschlossenes Rückvolumen vorgesehen ist.

17. MEMS-Package nach Anspruch 16, bei dem MEMS-Chip (MC) und Chip-Bauelement (CB) nebeneinander auf dem Trägersubstrat (TS) montiert sind, bei dem auch unter dem Chip-Bauelement ein Hohlraum (HR) im Trägersubstrat ausgebildet ist, der mit dem Rückvolumen unter dem MEMS-Chip verbunden ist.

18. MEMS-Package nach Anspruch 15, bei dem der elektrisch leitende Klebstoff eine anisotrope Leitfähigkeit vertikal zu einer Klebstoffschicht aufweist.

19. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei dem das Trägersubstrat (TS) aus einem diffusionsdichten Werkstoff besteht und die Schirmungsschicht (SL) umlaufend dicht an diesen Werkstoff anbindet.

20. MEMS-Package nach einem der Ansprüche 1 bis 19, umfassend einen Deckel (DL), der aus einem für elektromagnetische Strahlung durchlässigen Material besteht und bei dem die Abdeckung (AB, DL) und/oder Schirmungsschicht (SL) im Bereich des Deckels durchbrochen ist.

21. MEMS-Package, mit

- einem Trägersubstrat (TS),
- einem auf dessen Oberseite montierten MEMS-Chip (MC),
- zumindest einem auf oder über der Oberseite des Trägersubstrats angeordneten oder in das Trägersubstrat eingebetteten Chip-Bauelement (CB),
- einer Abdeckung (AB, DL), die den MEMS-Chip (MC) abdeckt,
- einer dünnen metallischen Schirmungsschicht (SL), die den MEMS-Chip und das Chip-Bauelement überdeckt und mit der Oberseite des Trägersubstrats abschließt, wobei
- MEMS-Chip und Chip-Bauelement elektrisch untereinander oder mit Außenkontakten auf einer Oberfläche des Trägersubstrats verbunden sind
- über der Abdeckung (AB, DL) eine Metallisierungsstruktur (MS) aufgebracht ist, die durch Kontaktöffnungen in der Abdeckung (AB, DL) hindurch elektrisch leitend mit dem MEMS-Chip (MC) und/oder dem Chip-Bauelement (CB) und/oder mit Kontaktflächen des Trägersubstrats (TS) verbunden ist,

– über der Metallisierungsstruktur eine elektrisch isolierende Schicht (AS2) und darüber die Schirmungsschicht (SL) angeordnet ist.

22. MEMS-Package, mit

- einem Trägersubstrat (TS),
- einem auf dessen Oberseite montierten MEMS-Chip (MC),
- zumindest einem auf oder über der Oberseite des Trägersubstrat angeordneten oder in das Trägersubstrat eingebetteten Chip-Bauelement (CB),
- einer dünnen metallischen Schirmungsschicht (SL), die den MEMS-Chip und das Chip-Bauelement überdeckt und mit der Oberseite des Trägersubstrats abschließt,

wobei

- MEMS-Chip und Chip-Bauelement elektrisch untereinander oder mit Außenkontakten auf einer Oberfläche des Trägersubstrats verbunden sind,
- der MEMS-Chip (MC) mit der aktiven Seite auf dem Trägersubstrat (TS) mittels Bumps (BU) oder elektrisch leitfähigen Klebstoffs elektrisch und mechanisch verbunden ist,
- auf der von der Oberseite des Trägersubstrat (TS) wegweisenden Oberfläche des MEMS-Chips das Chip-Bauelement (CB) als Deckel aufliegt und elektrisch mit dem MEMS-Chip verbunden ist,
- der MEMS-Chip und das Chip-Bauelement mit einer ersten Laminatfolie abgedeckt sind, in der Kontaktöffnungen vorgesehen sind,
- über der Laminatfolie eine erste Metallisierungsstruktur (MS) aufgebracht ist, die elektrisch mit dem Chip-Bauelement (CB) und Kontaktflächen auf der Oberseite des Trägersubstrats (TS) verbunden ist,
- über der Metallisierungsstruktur eine elektrisch isolierende Schicht (AS2) angeordnet ist,

bei der über der isolierenden Schicht die Schirmungsschicht (SL) aufgebracht ist.

23. Verfahren zur Herstellung eines MEMS-Packages nach einem der Ansprüche 1 bis 20, bei dem

- auf einem Trägersubstrat (TS) ein MEMS-Chip (MC) montiert wird,
- über dem Trägersubstrat ein Chip-Bauelement (CB) angeordnet wird,
- eine elektrische Verbindung zwischen MEMS-Chip, Chip-Bauelement und Außenkontakten auf dem Trägersubstrat hergestellt wird,
- über MEMS-Chip und Chip-Bauelement eine Abdeckung (AB, DL) aufgebracht wird,
- die Abdeckung (AB, DL) deckelförmig ausgebildet ist,
- die Abdeckung (AB, DL) so geformt wird, dass sie eine zum MEMS-Chip (MC) weisende Ausnehmung hat und damit über dem MEMS-Chip einen Hohlraum (HR) einschließt,
- über dem gesamten Aufbau als oberste Schicht eine Schirmungsschicht (SL) in Form einer dünnen metallischen Schicht aufgebracht wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem als Abdeckung (AB, DL) eine Laminatfolie auflaminiert wird, die rund um den MEMS-Chip (MC) und das Chip-Bauelement (CB) mit dem Trägersubstrat (TS) abschließt, bei dem die Schirmungsschicht (SL) großflächig auf die Laminatfolie und das Trägersubstrat so aufgebracht wird, dass sie rund umlaufend mit dem Trägersubstrat abschließt und an mindestens einer Stelle mit einer Kontaktfläche des Trägersubstrats elektrisch verbunden ist.

25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, bei dem die Schirmungsschicht (SL) zumindest zum Teil durch Abscheidung von Metall aus einer Lösung erzeugt wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, bei dem die Schirmungsschicht (SL) zumindest zum Teil durch Sputtern, einen PVD- oder CVD-Prozess oder durch Aufdampfen von Metall erzeugt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26, bei dem in der Laminatfolie nach dem Aufbringen Kontaktöffnungen erzeugt werden, bei dem eine Metallisierungsstruktur (MS) über der Laminatfolie aufgebracht wird, die in den Kontaktöffnungen elektrisch leitend mit MEMS-Chip (MC) und/oder mit Chip-Bauelement (CB) verbunden ist, bei dem die Metallisierungsstruktur vor dem Aufbringen der Schirmungsschicht (SL) mit einer elektrisch isolierenden Schicht (AS2) abgedeckt wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, bei dem zur Herstellung der Metallisierungsstruktur (MS) zunächst ganzflächig eine Metallschicht abgeschieden und anschließend strukturiert wird.

29. Verfahren nach Anspruch 27, bei dem die Metallisierungsstruktur (MS) bereits strukturiert aufgebracht wird durch selektive Abscheidung aus einer Lösung oder durch strukturiertes Aufdrucken in einem Jetverfahren.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, bei dem mit der Metallisierungsstruktur (MS) eine Verschaltung zumindest eines aus MEMS-Chip (MC) und Chip-Bauelement (CB) mit Anschlussflächen auf dem Trägersubstrat (TS) hergestellt wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 30, bei dem auf einem großflächigen Trägersubstrat (TS) parallel mehrere MEMS-Chips (MC) und Chip-Bauelemente (CB) aufgebracht, gemeinsam mit einer Schirmungsstruktur (SL) versehen und anschließend durch Zerteilen des Trägersubstrats in einzelne MEMS-Packages vereinzelt werden.

32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem MEMS-Chips (MC) oder Chip-Bauelement (CB) oder beide vor dem Montieren auf dem Trägersubstrat (TS) auf einem ebenso großen Hilfsträger im entsprechenden Raster aufgebracht und im Nutzen in einem Schritt mit dem Trägersubstrat verbunden werden.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig 1

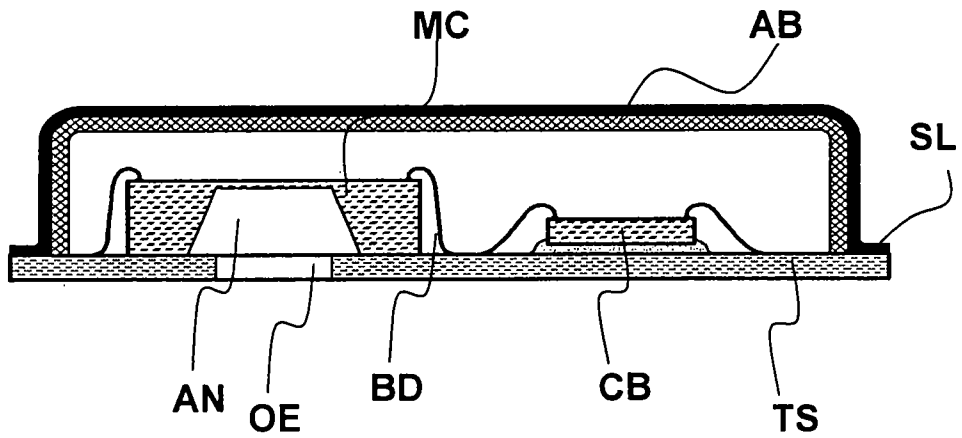


Fig 2

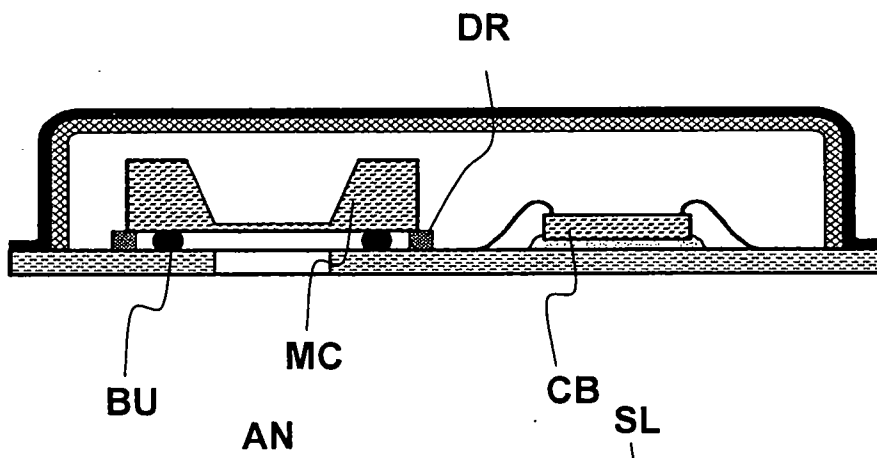


Fig 3

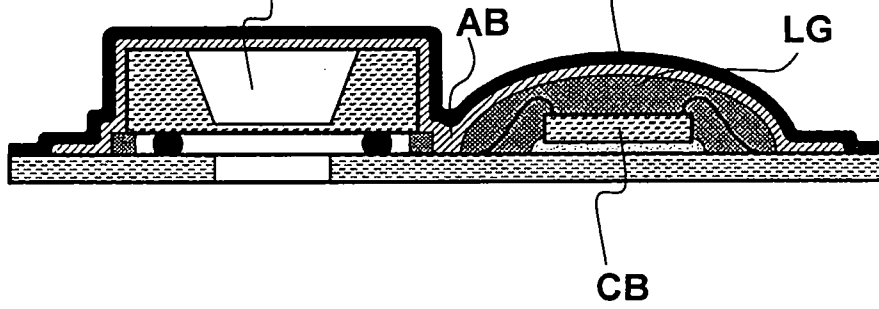


Fig 4

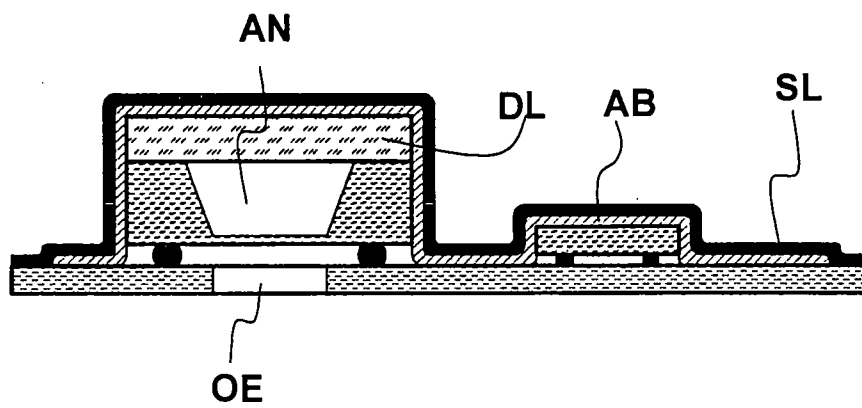


Fig 5

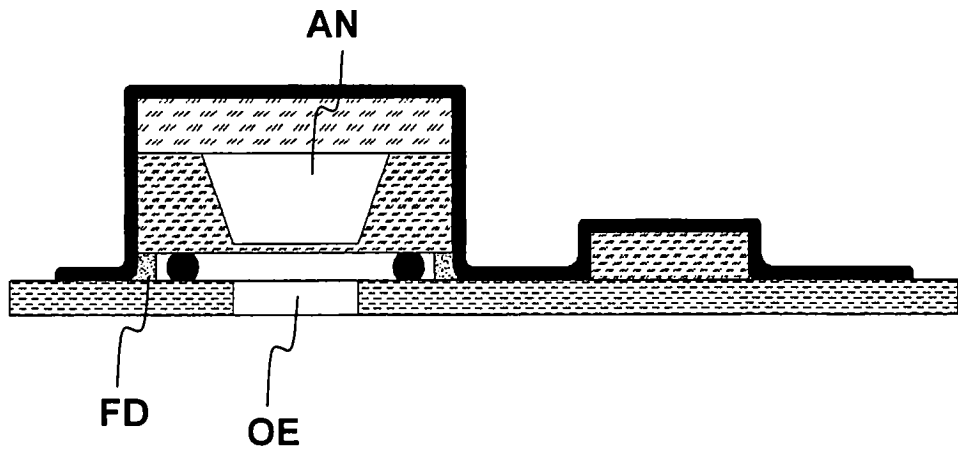


Fig 6

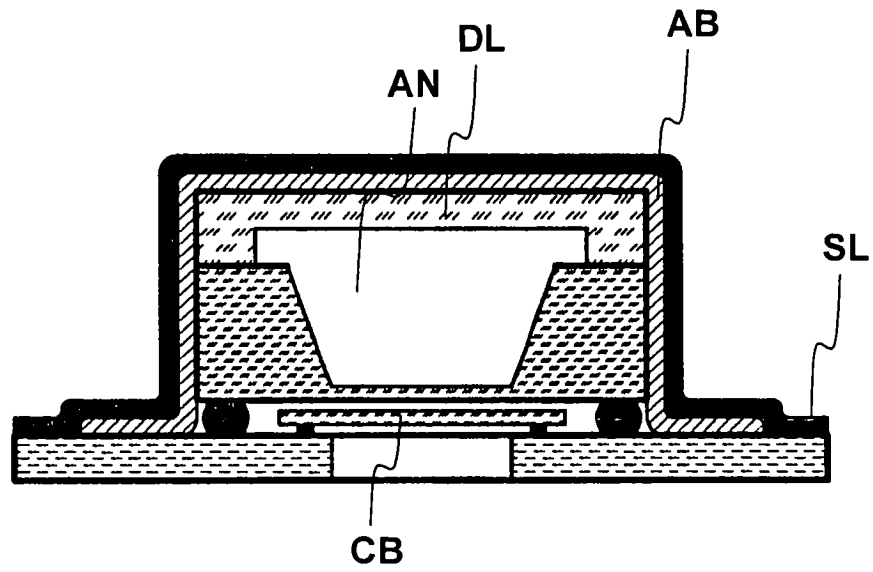


Fig 7

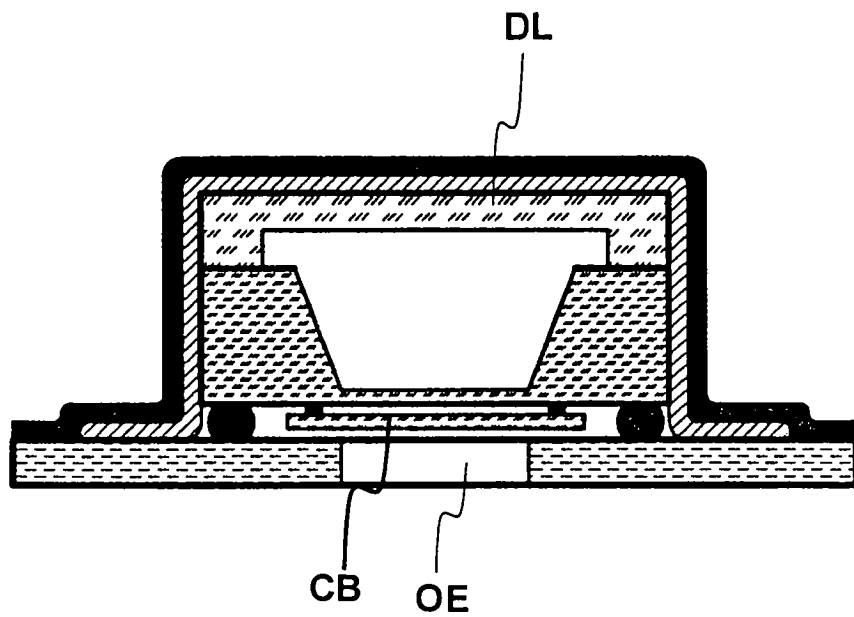




Fig 8

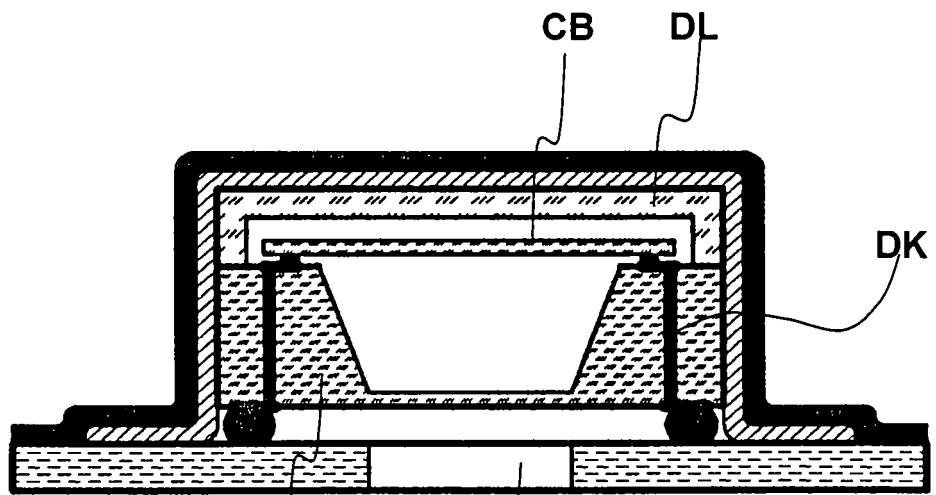


Fig 9

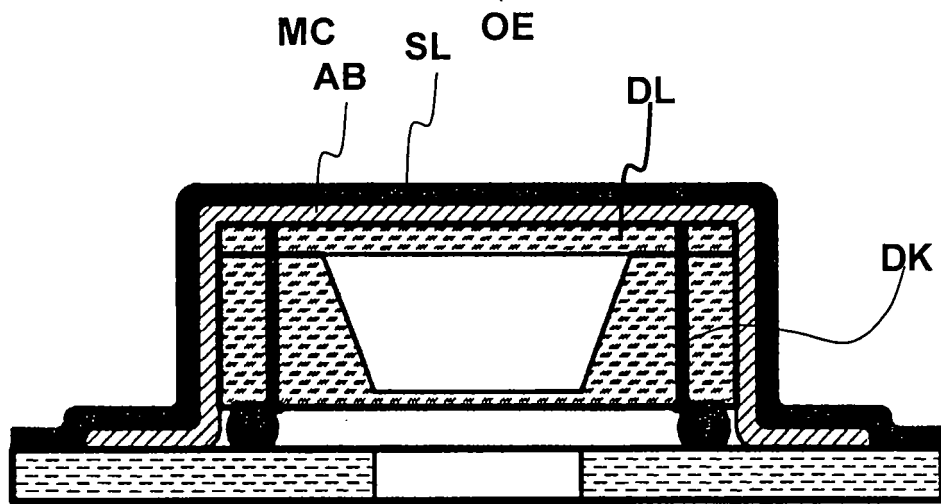


Fig 10

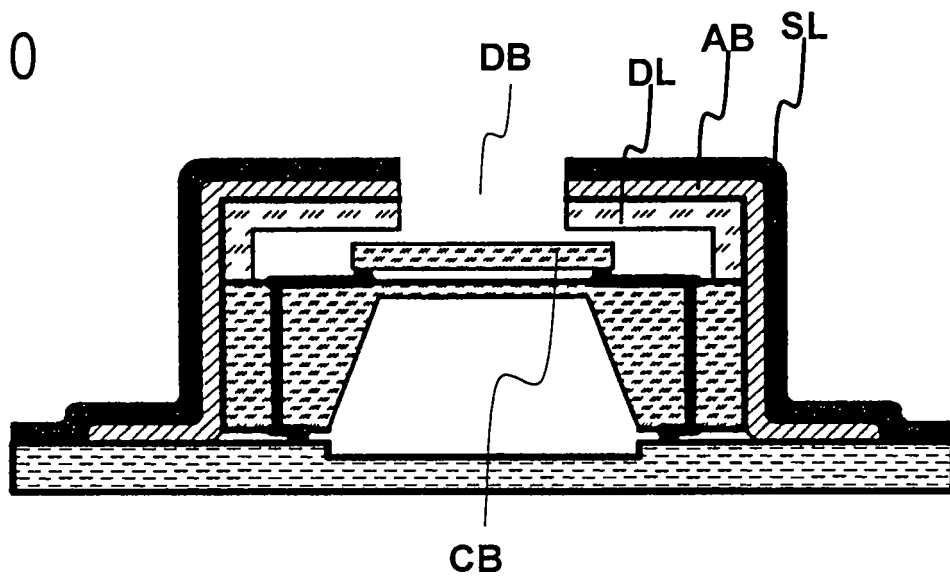


Fig 11

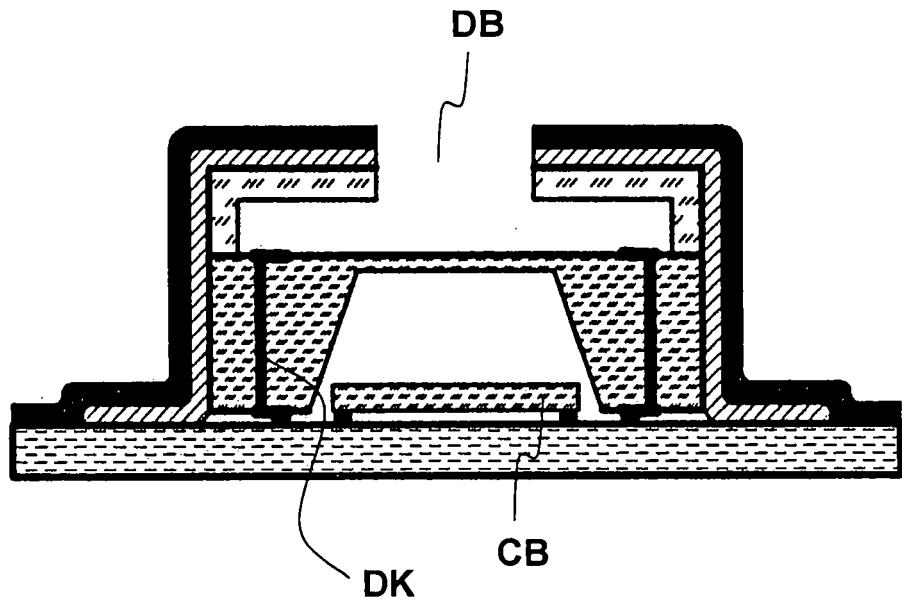


Fig 12

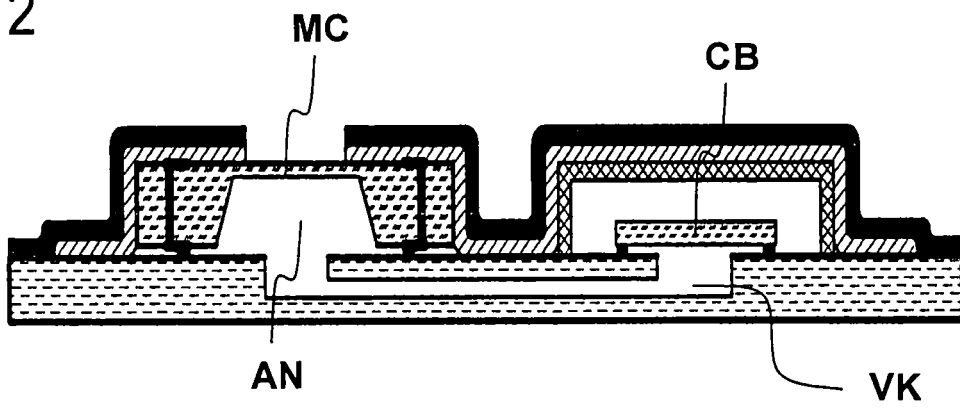


Fig 13

